

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD

**EVALUACION SISMORRESISTENTE DE
INSTALACIONES DE LA CIUDAD
HOSPITALARIA Dr. ENRIQUE TEJERA,
VALENCIA, ESTADO CARABOBO,
VENEZUELA**

VOLUMEN I

ELABORADO POR:

Ing. José Grases, Dr. C.

Ing. Alfonso Malaver, M.Sc.

Ing. Julio Manzanares, M. Sc. (C)

OFICIAL RESPONSABLE DEL PROGRAMA

Ing. Marco Rondón

CARACAS, OCTUBRE 1995

INDICE

VOLUMEN 1

RESUMEN EJECUTIVO	i
CAPITULO 1: INTRODUCCION	1
1.1.- GENERAL	1
1.2.- ALCANCE	1
1.3.- NORMAS DE REFERENCIAS	2
1.4.- VIDA UTIL	2
1.5.- RIESGO ACEPTABLE	3
CAPITULO 2: EVALUACION DE LA AMENAZA SISMICA ..	5
2.1.- INTRODUCCION	5
2.2.- GEOLOGIA DE LA REGION	5
2.2.1.- INTRODUCCION	5
2.2.2.- FALLAS ACTIVAS Y SUS PARAMETROS SISMOGENICOS	9
2.3.- ANALISIS DE DATOS SISMOLOGICOS	13
2.3.1.- BASE DE DATOS	13
2.3.2.- ACTIVIDAD SISMICA EN LA REGION CENTRO-OCCIDENTAL	13
2.3.3.- TASAS MEDIAS DE EXCEDENCIA	15

2.4.- MODELO SISMOTECTONICO	17
2.4.1.- CARACTERIZACION DE FUENTES SIMICAS	17
2.4.2 - SISMO MAXIMO	19
2.4.3 - MODELOS ESTUDIADOS	21
2.5.- RELACIONES DE ATENUACION	22
2.5.1.- INTRODUCCION	22
2.5.2.- REGISTROS VENEZOLANOS	22
2.5.3.- RELACIONES DE ATENUACION DE ACELERACIONES	25
2.5.4.- COMPARACION CON REGISTROS ACELEROGRAFICOS DE LA REGION CENTRO-OCCIDENTAL	26
2.6 - EVALUACION DEL PELIGRO SISMICO	29
2.6.1.- ALGORITMO DE CALCULO	29
2.6.2.- RESULTADOS DEL PELIGRO SISMICO	31
2.6.3.- DISTRIBUCION PROBABILISTICA DE ACELERACIONES MAXIMAS EN ROCA	31
2.6.4.- SELECCION DEL MOVIMIENTO DE DISEÑO	35
CAPITULO 3: DESCRIPCION GENERAL DE LOS EDIFICIOS DE LA CIUDAD HOSPITALA- RIA Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	37
3.1.- DESCRIPCION GENERAL	37
3.2.- CARACTERISTICAS DE LAS ESTRUCTURAS SELECCIONADAS	39
3.3 - REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL	39
3.4.- CALIDAD DE LOS MATERIALES	41

CAPITULO 4: SUBSUELO Y ESPECTROS DE RESPUESTA ...	42
4 1.- LITOLOGIA Y TIPO DE SUELO	42
4.2.- CLASIFICACION DEL SITIO Y SISTEMA DE FUNDACIONES	43
4.3.- ESPECTROS DE RESPUESTA	43
CAPITULO 5: TANQUE ELEVADO DE AGUA POTABLE	48
5.1.- DESCRIPCION	48
5.2.- ESTRUCTURA PORTANTE	52
5 3.- RESPUESTA A LA ACCION SISMICA	52
5 4.- VERIFICACION SIMPLIFICADA	53
5.4.1.- MODELO SIMPLIFICADO	53
5.4.2.- FUERZA CORTANTE	55
5.4.3.- VERIFICACION DE LA SEGURIDAD	55
CAPITULO 6: EDIFICIO UNIDAD DE NEFROLOGIA	57
6.1.- DESCRIPCION GENERAL	57
6.2.- ESTRUCTURA EN SU ESTADO ACTUAL	61
6 2.1.- INFORMACION RECOPIADA	61
6.2.2.- PESOS Y MASAS	63
6.2.3.- MODELO ESTRUCTURAL	69
6.2 4.- OBSERVACIONES SOBRE LA ESTRUCTURA Y EL DETALLADO DE ARMADURAS DE REFUERZO	70
6.3.- ACCION SISMICA	71
6.4.- ANALISIS DINAMICO.....	73

6 4.1 - INTRODUCCION.....	73
6 4.2 - PROPIEDADES DINAMICAS.....	73
6 4.3 - COEFICIENTE SISMICO	78
6.5 - EFECTOS TORSIONALES	80
6 5.1 - GENERAL.....	80
6.5.2.- CALCULO DEL CENTRO DE RIGIDEZ Y DE EXCENTRICIDADES	82
6.5.3 - MOMENTOS TORSORES	86
6 5.4.- CALCULO DE ROTACIONES	87
6.6.- DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS	88
6.7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90

CAPITULO 7: CUBIERTA DE ENTRADA DE EMER- GENCIA.....

7 1.- DESCRIPCION	91
7.2.- SISTEMA DE FIJACION	91
7.3.- COLUMNAS DE SOPORTE	94
7 4.- RECOMENDACIONES	94

CAPITULO 8: PASILLOS O CAMINERIAS

8.1.- ANTECEDENTES	95
8.2.- EVALUACION DEL PASILLO EN SU ESTADO ACTUAL.....	95
8 2.1.- DESCRIPCION	95
8.2.2.- MODELAJE ESTRUCTURAL	96
8 2.3.- PROPIEDADES DINAMICAS	96

8.2.4.- FUERZA CORTANTE Y DESPLAZABILIDAD	100
8.2.5 - VERIFICACION DE LA SEGURIDAD	101
8.3.- EVALUACION DEL PASILLO REFORZADO	103
8.3.1.- ELEMENTOS DE REFUERZO.....	103
8.3.2.- PROPIEDADES DINAMICAS	103
8.3.3.- VERIFICACION DE LA SEGURIDAD.....	107
8.3.4.-CONCLUSIONES	113
CAPITULO 9: TANQUE DE OXIGENO	114
9.1.- DESCRIPCION	114
9.2.- VERIFICACION DE LOS ANCLAJES	117
CAPITULO 10: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
REFERENCIAS	121
VOLUMEN 2 (ANEXOS)	
A: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE AMENAZA SIMICA	126
B: ESTUDIO DE SUELOS	135
C: INFORMACION SOBRE LOS CRITERIOS DE ANALISIS Y DISEÑO	140
D-1: UNIDAD DE NEFROLOGIA. MODELO MATEMATICO	147
D-2: UNIDAD DE NEFROLOGIA. PROPIEDADES DINAMICAS	153

D-3:	UNIDAD DE NEFROLOGIA. DESPLAZAMIENTOS NODALES Y REACCIONES: CASO 1	158
D-4:	UNIDAD DE NEFROLOGIA. DESPLAZAMIENTOS NODALES Y REACCIONES: CASO 2	161
D-5:	UNIDAD DE NEFROLOGIA. SOLICITACIONES EN LOS ELEMENTOS: CASO 1 (1,00 Sx + 0,30 Sy)	164
D-6:	UNIDAD DE NEFROLOGIA. SOLICITACIONES EN LOS ELEMENTOS: CASO 2 (0,30 Sx + 1,00 Sy)	195
E-1:	CAMINERIAS (ESTADO ACTUAL). PROPIEDADES DINAMICAS, DESPLAZAMIENTOS Y FUERZAS EN MIEMBROS.....	226
E-2:	CAMINERIAS. MODELO ESTRUCTURA REFORZADA: ENUMERACION DE JUNTAS Y ELEMENTOS	231
E-3	CAMINERIAS (REFUERZO TRANSVERSAL), ANALISIS DINAMICO, SOLICITACIONES EN ELEMENTOS, DESPLAZAMIENTOS Y REACCIONES	236
E-4:	CAMINERIAS (REFUERZO EN LAS DOS DIRECCIONES), ANALISIS DINAMICO, SOLICITACIONES EN ELEMENTOS, DESPLAZAMIENTOS Y REACCIONES	253

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente Informe de dos volúmenes, se recogen los resultados de la evaluación sismorresistente de instalaciones pertenecientes a la Ciudad Hospitalaria Dr. Enrique Tejera, Valencia, Edo. Carabobo. Esta evaluación está fundamentada en el estudio de amenaza sísmica del sitio, las condiciones geotécnicas conocidas y la información recabada.

Del total de aproximadamente 30 edificaciones e instalaciones importantes, se seleccionaron las seis siguientes: Edificio de Nefrología (en construcción), Cubierta de la Entrada de Emergencia, Tanque Elevado de Agua Potable, Techo de los Pasillos o Caminerías y Tanque de Oxígeno Líquido.

En adición a recomendaciones concretas para reducir la vulnerabilidad sísmica de las instalaciones revisadas, entre las conclusiones principales destacan, las dos siguientes: (i) la estructura portante del Edificio de Nefrología no está en capacidad de soportar las acciones sísmicas y requiere su reforzamiento; (ii) los elementos de soporte de la cubierta de los pasillos o caminerías requiere arriostramiento para asegurar su estabilidad. La solución propuesta en este Informe resuelve el problema en forma económica

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1.- GENERAL

El presente Informe contiene los resultados de la Evaluación Sismorresistente de instalaciones pertenecientes a la Ciudad Hospitalaria Dr. Enrique Tejera, Estado Carabobo. Esta es una continuación del proyecto de reducción de vulnerabilidad sísmica de instalaciones hospitalarias en Venezuela y en ese sentido complementa el trabajo "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL HOSPITAL DR. ENRIQUE TEJERA, VALENCIA, ESTADO CARABOBO", OPS, Caracas 1993.

Este último contiene una descripción general de la instalación, así como información sobre su organización, ubicación, evaluación de amenazas naturales, servicios, planes de contingencia, etc., de los cuales se hará referencia en la medida en que sean requeridos en esta evaluación.

1.2.- ALCANCE

El presente Informe tiene como alcance realizar la evaluación sismorresistente del edificio Unidad de Nefrología, actualmente en construcción. Igualmente, evaluar el sistema de anclaje del nuevo tanque de oxígeno (OXICAR), analizar alternativas de reforzamiento de los pasillos o caminerías, realizar una evaluación simplificada del tanque elevado de agua potable y revisar

detalles de la cubierta de entrada de Emergencia Por último se revisan acciones emprendidas por la División de Mantenimiento del Hospital, con fines de prevención sísmica

1.3.- NORMAS DE REFERENCIA

Para realizar este trabajo se aplicarán las normas COVENIN vigentes que se indican a continuación:

COVENIN 1618: Estructuras de Acero para Edificaciones. Proyectos, Fabricación y Construcción. Caracas, 1980.

COVENIN 1753: Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones. Análisis y Diseño. Caracas, 1985.

COVENIN 1756: Edificaciones Antisísmicas. Caracas, 1987.

COVENIN 2002: Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones. Caracas, 1988.

1.4.- VIDA UTIL

Tomando en consideración que la principal edificación a ser evaluada se encuentra en construcción, se ha adoptado una vida útil igual a 50 años para la selección de los movimientos máximos del terreno a considerar en su evaluación sismorresistente

1.5.- RIESGO ACEPTABLE

La Norma para Edificaciones Antisísmicas COVENIN 1756 vigente, incorpora la peligrosidad o amenaza sísmica por medio de mapas de zonificación en los cuales se establece el valor de la aceleración máxima del terreno (A_0) a nivel regional. Nominalmente, estos valores están asociados a una probabilidad de excedencia (P) igual a 10% en 50 años de vida útil y son de uso obligatorio para el diseño de edificaciones nuevas.

A los fines de la evaluación sismorresistente que se presenta en este trabajo, la amenaza sísmica correspondiente al sitio ha sido determinada mediante un estudio de amenaza sísmica para el sitio donde está ubicada la Ciudad Hospitalaria, tal y como se explica en el Capítulo 2.

En la referida Norma COVENIN, los hospitales están clasificados como Grupo A. Para éstos, el coeficiente de uso o de importancia (α), es igual a:

$$\alpha = 1,25 \quad (1.1)$$

La probabilidad de no excedencia P' de αA_0 puede estimarse como:

$$\frac{\ln P}{\ln P'} = (\alpha)\beta \quad (1.2)$$

donde P es la probabilidad de no excedencia para edificaciones del Grupo B, ($\alpha = 1,0$) Para zonas de elevado peligro sísmico β es aproximadamente igual a 3,3. Para una vida útil de 50 años, $P = 0,90$. Por tanto:

$$\frac{\ln (0,90)}{\ln (P')} = (1,25)^{3,3} = 2,088 \quad (1.3)$$

de donde:

$$P' = 0,9508 \quad (1.4)$$

De ahí, el período medio de retorno para diseño de edificaciones nuevas del Grupo A, de acuerdo a la Norma resulta ser igual a 991 años

Tomando en consideración que la estructura tenga una vida útil del orden de 50 años, si se adopta un riesgo similar al valor de P' encontrado, éste es 95%, se obtiene un período de retorno igual a:

$$T = \frac{1}{1 - (0,95)^{1/50}} = 975 \text{ años} \quad (1.5)$$

Por tanto:

$$\lambda = \frac{1}{T} = 0,00103 \text{ (1/año)} \quad (1.6)$$

En consecuencia, adoptaremos una tasa de excedencia de 5% en 50 años de vida útil para la selección de los movimientos máximos del terreno.

CAPITULO 2

EVALUACION DE LA AMENAZA SISMICA

2.1.- INTRODUCCION

La evaluación de la amenaza sísmica en un determinado sitio requiere tomar en consideración la geología local y regional con el fin de poder identificar fallas activas o potencialmente activas que pueden afectar el sitio en estudio. Esta información geológica es complementada con una evaluación de la actividad sísmica regional, tanto histórica como instrumental, con el fin de definir el modelo sismotectónico propio de la región donde está ubicado el sitio de interés. Dicho modelo requiere, para el cálculo del peligro sísmico, incorporar una relación funcional entre los movimientos máximos del terreno, la magnitud del evento y la distancia focal. Estas relaciones tienen un fundamento esencialmente empírico.

2.2.- GEOLOGIA DE LA REGION

2.2.1.- INTRODUCCION

La región septentrional de Venezuela está afectada por numerosos accidentes estructurales de actividad cuaternaria comprobada, los cuales están concentrado en una franja de orientación E-W de 100 km de ancho. Dicha franja cubre parcialmente la plataforma continental venezolana, así como el sistema Montañoso del Caribe, ubicado a lo largo de la costa norte

de Venezuela (Stephan, 1982; Aggarwal, 1983; Soulas, 1986a; y Beltrán & Giraldo, 1989). Este cinturón tectónico constituye la frontera entre las placas tectónicas del Caribe y Sudamérica (Molnar & Sykes, 1969; Minster & Jordan, 1978; Pérez & Aggarwal, 1981; y Aggarwal et al, 1984) (Figura 2.1). Es necesario recalcar que entre estos autores existe una opinión generalizada que expresa que gran parte del movimiento relativo dextral entre ambas placas se concentra dentro de este cinturón a lo largo del sistema de fallas de Boconó-San Sebastián-El Pilar y la prolongación oriental de éste, constituida por un sistema de orientación NW-SE con geometría en "pata de gallo", donde resaltan las fallas de Los Bajos y El Soldado.

Las fallas activas que constituyen el cinturón presentan orientaciones variables, no obstante que las fallas principales son de igual dirección, E-W, las fallas menores se agrupan según dos orientaciones preferenciales: NW-SE y WSW-ENE (véase Figura 2.1).

Este cinturón tectónico tiene asociada una importante actividad sísmica, tanto histórica (Grases, 1980) como instrumental (Molnar & Sykes, op. cit.; Beltrán & Giraldo, op. cit.). Grases (op. cit), en su compilación de eventos sísmicos destructores, reseña una decena de sismos de intensidad igual o superior a VIII, los cuales están ubicados en éste cinturón tectónico.

En el área de Valencia donde está situada la Ciudad Hospitalaria Enrique Tejera, esta dentro de una franja tectónicamente activa, al sur del sistema de fallas de Boconó - San Sebastián - El Pilar, siendo éste el accidente de mayor potencial sismogénico de la región como lo sugieren los sismos destructores históricos asociados.

En la Tabla 2.1 se sintetizan los parámetros sismogénicos de las 23 fuentes consideradas en el modelo sismotectónico de la región centro-

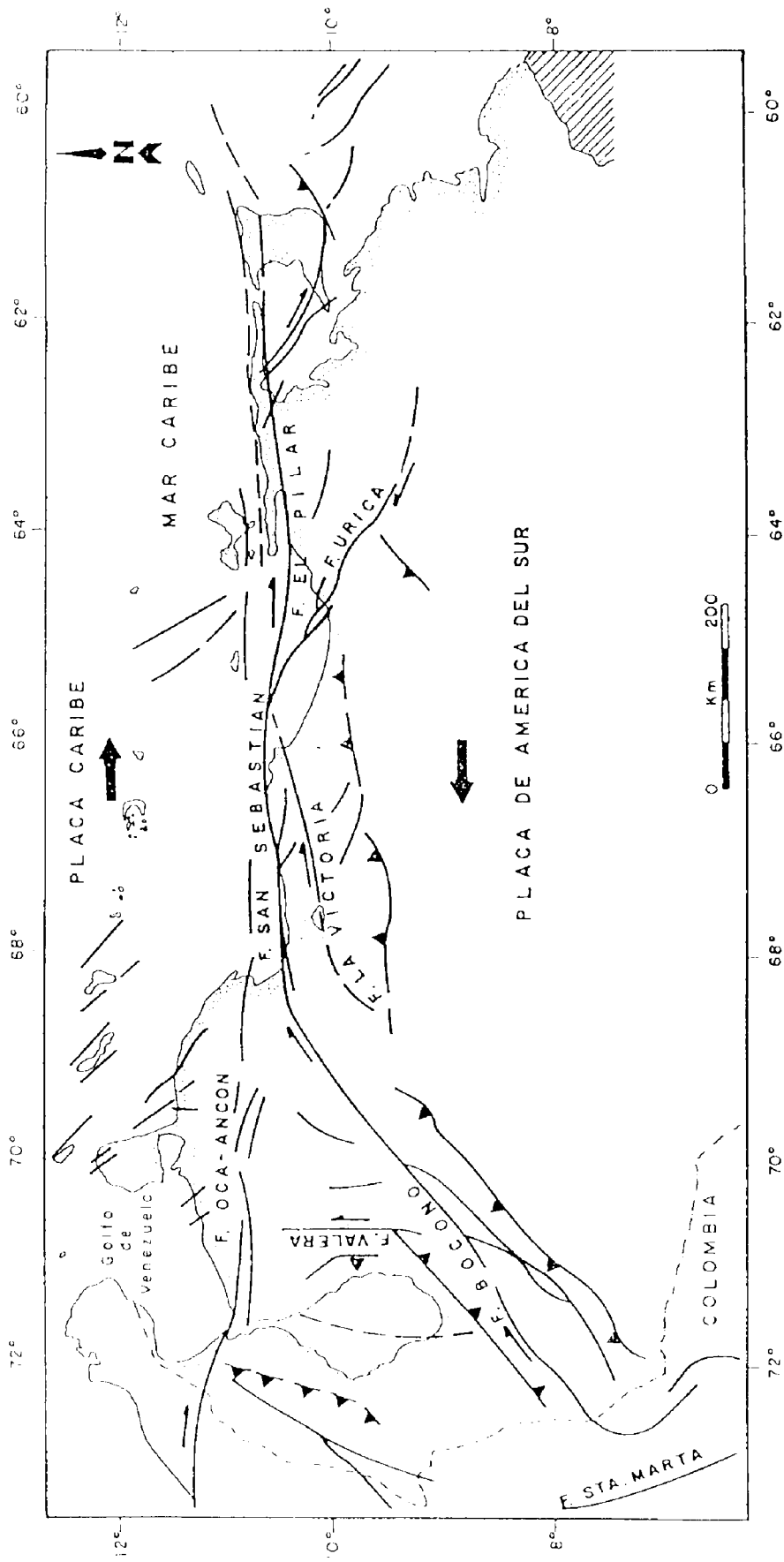


FIGURA 2.1 PRINCIPALES FALLAS ACTIVAS EN VENEZUELA

TABLA 2.1

CARACTERISTICAS SISMOGENICAS DE LAS FALLAS ACTIVAS
DEL MODELO SISMOTECTONICO

FALLA No	PROFUND. FOCAL (km)	LONGITUD DE RUPTURA (km)	SISMO MAXIMO PROBABLE (Ms)	PERIODO DE RETORNO (años)	VELOCIDAD DE LA FALLA (mm/año)
Chichiriviche 1	15	180	7,5	1.100	2,0
San Sebastián 2	20	270	7,8	320	9,0
Tacagua- El Avila 3	15	35	6,8	> 2.290	< 0,4
La Victoria 4	15	45	6,9	≥ 1.000	≤ 1,0
Río Guárico 5	15	35	6,8	> 3.000	≤ 0,3
Tácata 6	15	28	6,7	> 2.000	< 0,4
Boconó Norte 7	20	135	7,5	230	9,0
Boconó Sur 8	20	300	7,9	345	9,0
Píritu 9	15	50	7,0	> 2.750	< 4,0
Burbusay 10	15	40	6,9	10.000	0,1
Humocaro 11	15	30	6,8	≥ 1.700	≤ 0,5
Corr. Frontal 12	17	35	6,9	> 9.750	< 0,1
Santa Rosa 13	15	20	6,6	≥ 6.900	< 0,1
Aroa 14	10	40	6,7	≥ 8.000	≤ 0,1
Duaca 15	15	20	6,6	≥ 6.900	≤ 0,1
San Diego 16	10	28	6,6	≥ 6.700	≤ 0,1
San Antonio 17	10	32	6,6	≥ 7.100	≤ 0,1
Aragüita 18	10	40	6,7	≥ 8.000	≤ 0,1
Costa NE Falcón 19	10	30	6,6	2.300	0,3
Oca Segmento 4 20	20	25	6,7	390	2,0
Oca Segmento 5 21	20	20	6,7	> 390	< 2,0
Valera Sur 22	12	30	6,7	1100	≤ 0,7
Valera Norte 23	15	40	6,9	980	≤ 1,0

occidental del país (véase Figura 2.3), los cuales fueron calculados por medio de la relación empírica de Utsu & Seki (1954).

2.2.2.- FALLAS ACTIVAS Y SUS PARAMETROS SISMOGENICOS

A continuación presentamos una breve descripción de las fallas más importantes de la región donde está ubicado el sitio de interés.

2.2.2.1. FALLA DE CHICHIRIVICHE

La falla de Chichiriviche se extiende en la plataforma continental venezolana, desde Tucacas en la costa oriental falconiana hasta pasar al Sur de la Isla de La Tortuga, según una dirección E-W. Schubert & Krause (1981) consideran esta falla como la prolongación a través del lecho marino de la falla de Oca. Sin embargo, Soulas (1986a) sugiere que esta falla termina en cola de caballo en la costa oriental falconiana, producto de la tracción existente en la extremidad occidental de la falla de Chichiriviche, como se aprecia en su mapa neotectónico de Venezuela.

Esta falla ha sido definida gracias a la utilización de levantamientos sísmicos de alta resolución, la cual en perfiles geofísicos, presenta buzamientos elevados (plano de falla subvertical) (González de Juana et al., 1980).

Considerando a la falla de Chichiriviche como la prolongación oriental de la falla de Oca, se asume que es una falla dextral con componente de movimiento vertical menor y cuya velocidad de desplazamiento es inferior a 2 mm/año. Se estima un sismo máximo probable asociado a este accidente

de magnitud $M_s = 7,5$ con período de retorno superior a los 1000 años, producto de una longitud de ruptura de unos 180 km.

2.2.2.2. FALLA DE SAN SEBASTIAN

Esta falla es también denominada falla de Morón por Schubert & Krause (1984). Sin embargo, dicha falla tomó originalmente su nombre de la población de San Sebastián de Maiquetía, único sector donde emerge sobre una corta distancia en el flanco sur del cerro Machado, al Norte del Aeropuerto de Maiquetía. Este segmento es conocido como falla de Bruscas, el cual continúa tanto al Este como al Oeste hacia el Mar Caribe. Este accidente ha sido reconocido a todo lo largo de la costa del Litoral Central en base a levantamientos geofísicos obtenidos en lo esencial, por Silver et al. (1972 y 1975), por MARAVEN, y en perfiles sísmicos más superficiales efectuados cerca de la costa por Rial (1979) y Planesa (1975). Al este de Maiquetía, la falla de San Sebastián se extiende bajo el Mar Caribe en dirección de Cabo Codera donde se conecta con la falla de El Pilar, y al Oeste en dirección de Morón para unirse con la falla de Boconó.

La falla de San Sebastián es responsable de la linearidad del trazado de la costa del Litoral Central y de la ausencia de plataforma continental a lo largo de la Cordillera de La Costa entre Cabo Codera y Morón, como respuesta a la transurrencia dextral de la falla y al hundimiento del bloque norte.

Este accidente, como hemos indicado anteriormente, constituye el límite principal entre las placas Caribe y Sudamericana; por lo tanto, se puede extrapolar para ella la velocidad de la falla de Boconó de 9,0 mm/año determinada en base a datos geológicos de superficie (Soulas, 1986 b). Se

estima para esta falla un sismo máximo probable de magnitud $M_s = 7,8$ con período de retorno de unos 320 años.

2.2.2.3. FALLA DE LA VICTORIA

La falla de La Victoria es un accidente activo dextral (Schubert & Laredo, 1979 y Audemard, 1985) que se extiende según un rumbo N60E a N90E, desde Tinaquillo al Oeste hasta unos pocos kilómetros al Este de Cabo Codera, donde se conectaría en el mar con el sistema de San Sebastián-El Pilar.

El sistema de fallas de La Victoria constituye un accidente estructural complejo caracterizado por un conjunto de tramos cortos dispuestos "en echelón" y con solapamiento dextral.

En base a 4,5 m de salto vertical en mercados deformados holocenos del sustrato del Lago de Valencia diferenciados por Schubert & Laredo (op. cit.) a partir de un levantamiento geofísico de reflexión somera, se deduce una velocidad de desplazamiento del orden de 1 mm/año. En consecuencia, se estima la probable ocurrencia de un sismo máximo de magnitud $M_s = 6,9$ aproximadamente cada 1.000 años, como consecuencia de una ruptura a lo largo de esta falla de unos 45 km de longitud (Audemard, 1993).

2.2.2.4. FALLA DE BOCONO

La falla activa dextral de Boconó (Rot, 1956), de orientación general N45E, constituye el tramo principal del límite entre las placas del Caribe y América del Sur en los Andes Venezolanos.

Entre Mérida y Morón el trazado de esta falla es bastante rectilíneo, a excepción del tramo Barquisimeto-Yaritagua (al norte de Cabudare), donde

sufre una importante inflexión y adquiere una dirección aproximada este-oeste-noreste-suroeste (EO-NE-SO). A partir de Yaritagua, esta falla recobra su orientación original aunque al norte de San Felipe se curva hacia el este y de esa manera se une al sistema de fallas de San Sebastián.

El tipo de movimiento de la falla de Boconó es transcurrente dextral, por lo que la componente horizontal de dicho movimiento es predominante (la componente vertical es casi nula). La velocidad del desplazamiento dextral de esta falla para el tramo Mérida-Morón es de 9 mm/año (Schubert, 1972). Este tramo se ha idealizado en 2 segmentos: el Boconó norte (Barquisimeto-Morón) para la cual se ha estimado un sitio máximo probable de $M_s = 7,5$ con un período de retorno de 230 años y el Boconó Sur (Mérida-Barquisimeto) para el cual se ha estimado un sismo máximo probable de $M_s = 7,9$ con un período de retorno de 345 años.

2.2.2.5. FALLA DE OCA

Este fallamiento de orientación promedio este-oeste (E-O), destaca claramente en superficie desde las estribaciones de la sierra de Perijá (Edo. Zulia) hasta las inmediaciones Chichiriviche (Edo. Falcón).

El tramo de la falla de Oca que va desde las cercanías de la Goya hasta Agua Linda, se ha dividido en 2 segmentos: El segmento 4 (hacia el este) para el cual se ha estimado un sismo de magnitud $M_s = 6,7$ con un período de retorno de 390 años y el segmento 5 (hacia el oeste) para el cual se ha estimado un sismo de magnitud $M_s = 6,7$ con un período de retorno superior a 390 años.

2.3- ANALISIS DE DATOS SISMOLOGICOS

2.3.1.- BASE DE DATOS

En adición a la información geológica descrita en la Sección 2.2, de éste Informe, se han analizado catálogos actualizados de la actividad sísmica en Venezuela. Los catálogos revisados son los siguientes:

- a) Catálogo de sismos basados en registros instrumentales, INTEVEP FUNVISIS, 1900-1988.
- b) Centeno-Graü, M. Estudios Sismológicos. Caracas, 1969.
- c) Investigaciones sobre los sismos destructores que han afectado el Centro-Occidente de Venezuela. Grases, J., INTEVEP, Septiembre 1980.140 p + Anexos.
- d) Catálogos de terremotos para América del Sur. Venezuela. Vol 8, CERESIS, Lima Perú, 1985.
- e) Boletín Sismológico de Venezuela: 1983-1993. FUNVISIS, Caracas.

2.3.2.-ACTIVIDAD SISMICA EN LA REGION CENTRO- OCCIDENTAL

2.3.2.1. SISMOS SENTIDOS EN VALENCIA

Desde tiempos históricos se tiene conocimiento de sismos que han afectado la región Centro-Occidental del país. De la revisión de la base de datos anotada en la sección anterior, encontramos que para el período 1766-

1990 en la ciudad de Valencia se han sentido al menos 6 sismos con una intensidad igual o superior a V en la escala de Mercalli Modificada (véase Tabla 2.2).

TABLA 2.2

**SISMOS DE MAYOR INTENSIDAD DE MERCALLI EN VALENCIA,
SENTIDOS Y/O INFERIDOS DE LOS MAPAS DE ISOSISTAS**

FECHA	Ms	INTENSIDAD DE MERCALLI EN VALENCIA		OBSERVACIONES
		SUELOS FIRMES	SUELOS ALUVIONALES	
21-10-1766	7,9	V	VII	Epicentro en el oriente del país
26-03-1812	7,8	V	VI	¿Sismo múltiple? San Felipe-Caracas
29-10-1900	7,8	VI	VII	Epicentro hacia Cabo Codera.
26-06-1940	5,5	VI	--	Epicentro en Güigüe
23-08-1950	6,9	--	VI	Terremoto de El Tocuyo
29-07-1967	6,3	VI	VII	Terremoto de Caracas. En Güigüe Intensidad local IX

2.3.2.2. SISMOS REGISTRADOS INSTRUMENTALMENTE

Si bien el Observatorio Cajigal de Caracas fue fundado en 1888 y el gran terremoto de los Andes fue en 1894, es como consecuencia del terremoto de Caracas de 1900 que se motivó la instalación de equipos de registro sismográfico. Sin embargo, no fue hasta 1959 cuando se inició el registro permanente y la publicación de los Boletines Sismológicos del Observatorio Cajigal.

Del análisis de la base de datos de la Sección 2.3.1 para el período 1900-1993 en el cuadrángulo $9,00^{\circ} - 11,50^{\circ} \text{ N}$ y $65,50^{\circ} - 70,00^{\circ} \text{ W}$, encontramos que han sucedido 146 sismos de magnitud superior a 3,5, 72 sismos con magnitud igual o mayor de 4; 40 con magnitud igual o mayor a 5 y 3 con magnitud igual o superior a 6

2.3.3.- TASAS MEDIAS DE EXCEDENCIA

Para el cálculo de las tasas medias anuales regionales de excedencia de magnitud para la región Centro-Occidental del país, también se han incorporado los sismos anteriores al siglo XX, cuyo epicentro macrosísmico se ubica dentro del cuadrángulo seleccionado. Igualmente, se han uniformado a M_s aquellos valores de magnitud reportados como m_b . De este modo se han obtenido las tasas medias de excedencia de magnitudes M_s (N) que se muestran en la Figura 2.2. Entre paréntesis se indican los lapsos de completitud adoptados para el cálculo de N.

La siguiente expresión describe en forma aproximada la envolvente de los valores calculados:

$$\log N = 2,901 - 0,72 M_s$$

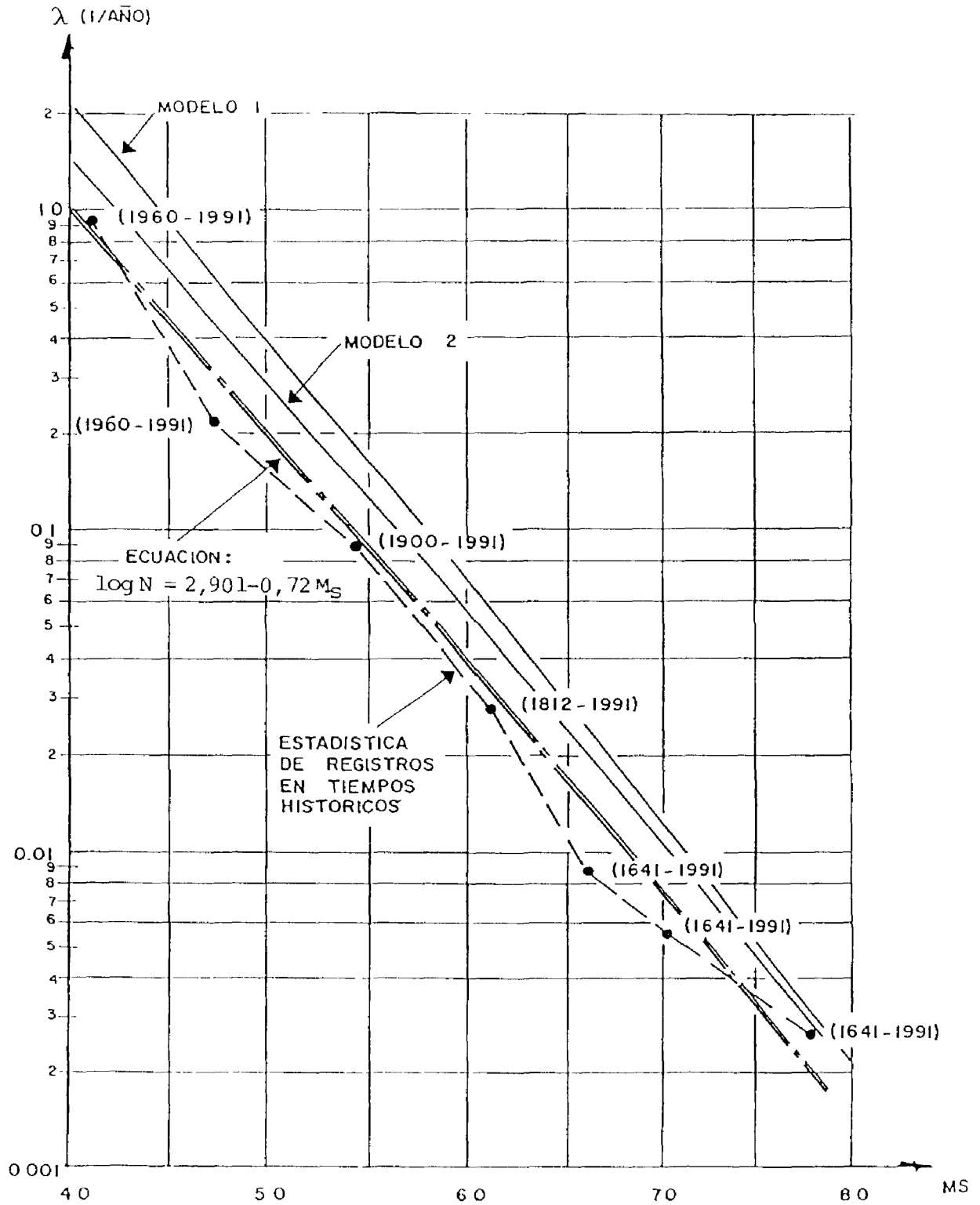


FIGURA 2.2 TASAS MEDIAS DE EXCEDENCIA DE MAGNITUDES M_S . REGION CENTRO-OCCIDENTAL DE VENEZUELA

2.4.- MODELO SISMOTECTONICO

2.4.1.- CARACTERIZACION DE FUENTES SIMICAS

Analizada la información resumida en las Secciones 2.2 y 2.3, se estableció una correlación entre las fallas activas identificadas y la actividad sísmica superficial de la región en estudio para definir el modelo sismotectónico.

De una manera general las fuentes sísmicas incorporadas al referido modelo, se han identificado como aquellas áreas o lineamientos geológicos que muestran evidencias geológicas, o basados en registros instrumentales de sismicidad.

En la Figura 2.3 se presentan esquemáticamente la geometría de las 23 fuentes superficiales que conforman el modelo sismotectónico. De igual modo, con el fin de tomar en consideración fallas activas no identificadas, así como actividad sísmica no asociable a fuentes específicas, es usual modelar tales "fuentes aleatorias" como una fuente difusa superficial, denominada sismicidad de fondo.

El valor máximo esperado de la magnitud para cada fuente, anotado en la Tabla 2.1, está basado en la sismicidad, histórica e instrumental, y/o evidencias geológicas utilizando correlaciones entre magnitud y longitud de falla. Estos valores definen truncaturas en las relaciones de recurrencia que se han empleado por describir la distribución del número acumulado de sismos de diferentes magnitud, debidamente caracterizados por los valores de a y b (véase Sección 2.4.3); estos valores de a y b están respaldados, en lo posible, por el registro histórico de sismos en la región norte-central de Venezuela.

Es sabido no obstante, que si bien la historia de sucesos es aproximadamente aleatoria en el tiempo, los grandes sismos requieren un

"tiempo de espera" considerable, se postula que estos hiatos sísmicos son consecuencia de la acumulación progresiva de suficiente energía de deformación, y constituyen el fundamento de la teoría de "hiatos sísmicos" a lo largo de bordes de placa, tal como lo es la costa norte-central de Venezuela. De aquí que, áreas que hayan estado sísmicamente inactivas durante largo tiempo, pudieran ser más propensas a un futuro gran sismo que aquellas en las cuales han sucedido grandes sismos en tiempos recientes. Las implicaciones de lo antes anotado en la evaluación de la peligrosidad sísmica son importantes, ya que un mero análisis estadístico no reflejaría la peligrosidad real de las fuentes en cuestión. Esta consideración se ha tenido presente en la caracterización de la actividad de las fallas de San Sebastián, Chichiriviche y Boconó.

Tomando en consideración las incertidumbres propias de la asignación de velocidades de desplazamiento en los accidentes activos más importantes del área, se decidió seleccionar dos modelos alternativos. Los valores adoptados se indican en la Sección 2.4.3.

2.4.2.- SISMO MAXIMO

En base a las evaluaciones hechas de sismos históricos, se ha seleccionado el sismo máximo observado en cada una de las fuentes donde esto ha sido posible. En la Tabla 2.3 se compara este valor, con indicación del año del suceso, con el sismo máximo esperado según la evaluación geológica presentada en la Sección 2.2; también se anota en la tabla, el período medio de retorno en años.

TABLA 2.3

SISMOS MAXIMOS PROBABLES Y PERIODOS MEDIOS DE
RETORNO

FALLA (No.)	SISMO MAXIMO PROBABLE SEGUN EVALUACION GEOLOGICA		SISMO MAXIMO OBSERVADO EN TIEMPOS HISTORICOS	
	MAGNITUD (Ms)	PERIODO MEDIO DE RETORNO (años)	MAGNITUD (Ms)	AÑO DEL SUCEO
CHICHIRIVICHE (1)	7,5	1.100	6,0	1942
SAN SEBASTIAN (2)	7,8	320	7,8	1900
TACAGUA - EL AVILA (3)	6,8	> 2.290	-	--
LA VICTORIA (4)	6,9	≥ 1.000	6,8	1641 (a)
TAOCATA (6)	6,7	> 2.000	6,7	1878
BOCONO N (7)	7,5	230	7,2	1812

(a) Correlación sismotectónica dudosa

2.4.3.- MODELOS ESTUDIADOS

Para el cálculo de la actividad relativa entre las diferentes fuentes sismogénicas identificadas, se ha supuesto que el valor regional de (b) , como el calculado en la Sección 2.3.3, es similar para todas las fuentes.

Tomando en consideración las observaciones anotadas en la Sección 2.4.1 y la información disponible, se decidió adoptar dos modelos para describir la actividad relativa en la región. Ambos sobrestiman las tasas medias anuales inferidas de la sismicidad histórica a nivel regional: el primero en un 90% y el segundo en un 24% aproximadamente. Los valores adoptados para la región se anotan en la Tabla 2.4.

TABLA 2.4

IDENTIFICACION	N PARA $M_s > 4.0$ (1/año)	b	β
Sismicidad Histórica	1,05	0,72 (envolvente)	1,66
Modelo 1	2,00	0,74	1,70
Modelo 2	1,30	0,71	1,64

La determinación de los parámetros característicos de las 23 fuentes sísmicas consideradas en el modelo sismotectónico de la región centro-occidental, se ha hecho a partir de las velocidades de desplazamiento y magnitudes máximas dadas en la Sección 2.2.2.

En la Tabla 2.5 se indican los valores adoptados para el cálculo de la amenaza sísmica. Las fuentes más cercanas al sitio de interés son 4, 2 y 5, mientras las más alejadas son: al occidente las 8, 15, 20, 22 y 23 y al oriente las 9, 18, 6 y 3.

2.5.- RELACIONES DE ATENUACION

2.5.1.- INTRODUCCION

El modelo sismotectónico para el cálculo del peligro sísmico requiere incorporar una relación funcional entre los movimientos máximos del terreno, la magnitud del evento y la distancia focal. Estas relaciones de atenuación tienen un fundamento esencialmente empírico.

Registros provenientes de sismos con mecanismos y profundidades focales diferentes, revelan que los patrones de atenuación de sismos superficiales, sean estos de fallas transcurrentes, normales o inversas, difieren de los correspondientes a sismos cuyos mecanismos son de subducción con profundidades focales mayores. No obstante, aún cuando el sitio de interés puede ser afectado tanto por sismos superficiales como por sismos intermedios lejanos, éstos últimos representan una amenaza muy pequeña y por tanto no se modificará para esas fuentes intermedias el patrón de atenuación.

2.5.2.- REGISTROS VENEZOLANOS

Desde 1981 se han recuperado diversos registros acelerográficos en el país como consecuencia de sismos. Entre ellos son de especial importancia aquellos provenientes de estaciones ubicadas en roca. En la Figura 2.4 se dan

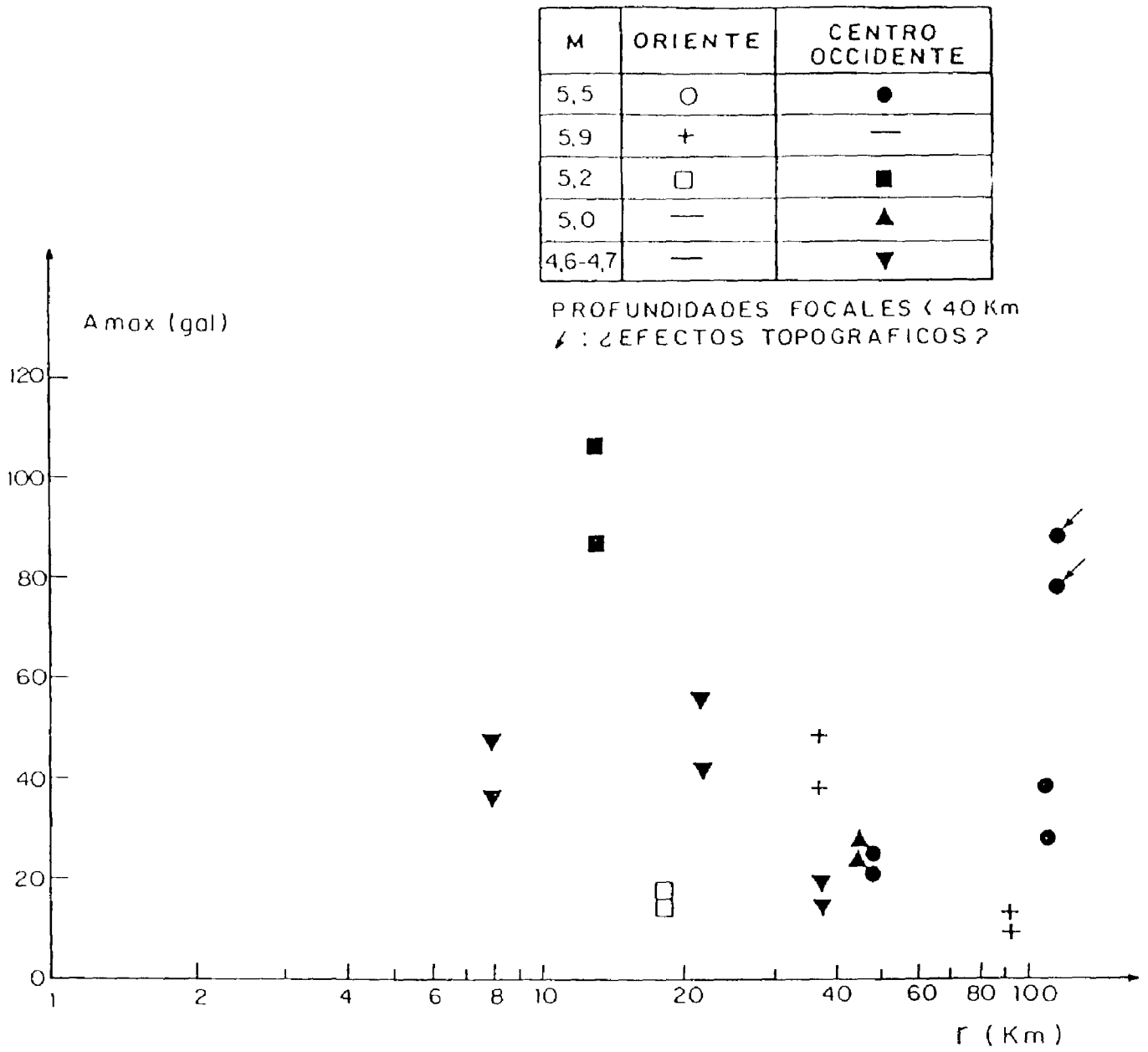


FIGURA 2.4 ACELERACIONES MAXIMAS REGISTRADAS EN ROCA EN VENEZUELA

TABLA 2.5

VALORES ADOPTADOS PARA EL CALCULO DE LA AMENAZA
SISMICA

FUENTE		MAGNITUD (Ms)	N PARA Ms \geq 4,0 (1/año)	
#	NOMBRE		MODELO 1	MODELO 2
1	CHICHIRIVICHE	7,6	0,360	0,270
2	SAN SEBASTIAN	7,8	1,400	0,980
3	TACAGUA - EL AVILA	6,8	0,049	0,040
4	LA VICTORIA	6,9	0,140	0,100
5	RIO GUARICO	6,8	0,040	0,037
6	TACATA	6,7	0,049	0,040
7	BOCONO	7,5	2,000	1,550
8	BOCONO SUR	7,9	2,300	1,730
9	PIRITU	7,0	0,020	0,020
10	SAN MATEO N	6,9	0,010	0,010
11	SAN MATEO SUR	6,8	0,060	0,045
12	CORR. FRONTAL	6,9	0,012	0,012
13	SANTA ROSA	6,6	0,012	0,012
14	AROA	6,7	0,030	0,020
15	DUACA	6,6	0,100	0,075
16	SAN DIEGO	6,6	0,012	0,012
17	SAN ANTONIO	6,6	0,012	0,012
18	ARAGUITA	6,7	0,012	0,012
19	COSTA NE FALCON	6,6	0,050	0,040
20	OCA SEG. 4	6,7	0,450	0,350
21	OCA SEGM. 5	6,7	0,200	0,150
22	VALERA SUR	6,7	0,020	0,015
23	VALERA NORTE	6,9	0,030	0,020

los valores de las aceleraciones máximas registradas en 10 sismos sucedidos entre 1981 y 1986; no se han obtenido datos de eventuales registros en roca de fecha más reciente; la magnitud indicada en la figura es representativa de los valores dados por ISC. De una manera general, la figura revela que a distancias moderadas y profundidades focales inferiores a unos 40 km, que son las predominantes, sismos con magnitudes 5 a 5,5, que en término medio pueden suceder una vez cada 3 a 8 años en la región estudiada, dan lugar a aceleraciones en roca inferiores a 100 gal.

2.5.3.- RELACIONES DE ATENUACION DE ACELERACIONES

Tomando en consideración lo anotado en la Sección 2.5.1, se decidió el empleo de tres leyes de atenuación. Las tres leyes son las siguientes:

- a) La relación obtenida por regresión de las componentes horizontales de aceleraciones máximas registradas en roca, incluyendo 22 registros venezolanos (CORAL 83, 1991):

$$\ln a = 4,86 + 0,51 M_s - 1,00 \ln (R + 5)$$

$$\sigma \ln a = 0,68$$

- b) La relación obtenida por INTEVEP para el oriente de Venezuela a partir de Intensidades (Quijada, 1993) y cuya ecuación es:

$$\ln a = 3,75 + 0,47 - 0,57 \ln (R+10)$$

$$\sigma \ln a = 0,66$$

- c) La relación propuesta por Joyner & Boore (1988) en base a registros obtenidos en roca y cuya ecuación ajustada a la forma de las dos anteriores es:

$$\ln a = 5,998 + 0,398 M_s - 1,23 \ln R$$

$$\sigma \ln a = 0,645$$

En las Figuras 2.5 y 2.6 se presenta una comparación de las tres leyes de atenuación utilizadas para magnitudes iguales a 6,0 y 7,0 respectivamente, con una profundidad focal de 15 km. En dichas figuras podemos observar que la ley de Joyner and Boore (J & B) es la que da valores más altos para distancias menores de 20 km., pero luego es la que atenúa más rápidamente. Asimismo, podemos notar que con la ley de INTEVEP se obtienen las aceleraciones más bajas para distancias hipocentrales menores de 20 km y las más altas para distancias hipocentrales mayores de 30 km. Igualmente, notamos que la Ley de **CORAL 83**, en general, da resultados intermedios entre las otras dos leyes consideradas.

2.5.4.- COMPARACION CON REGISTROS ACELEROGRAFICOS DE LA REGION CENTRO-OCCIDENTAL

Desde 1981 en la región centro-occidental del país se han recuperado registros acelerográficos en suelo firme o roca de 7 sismos; las magnitudes m_b están comprendidas entre 4,6 y 5,5 (Boletines ISC, 1982-1986). Estas magnitudes fueron convertidas a M_s usando la relación de Willis, et al. (1974).

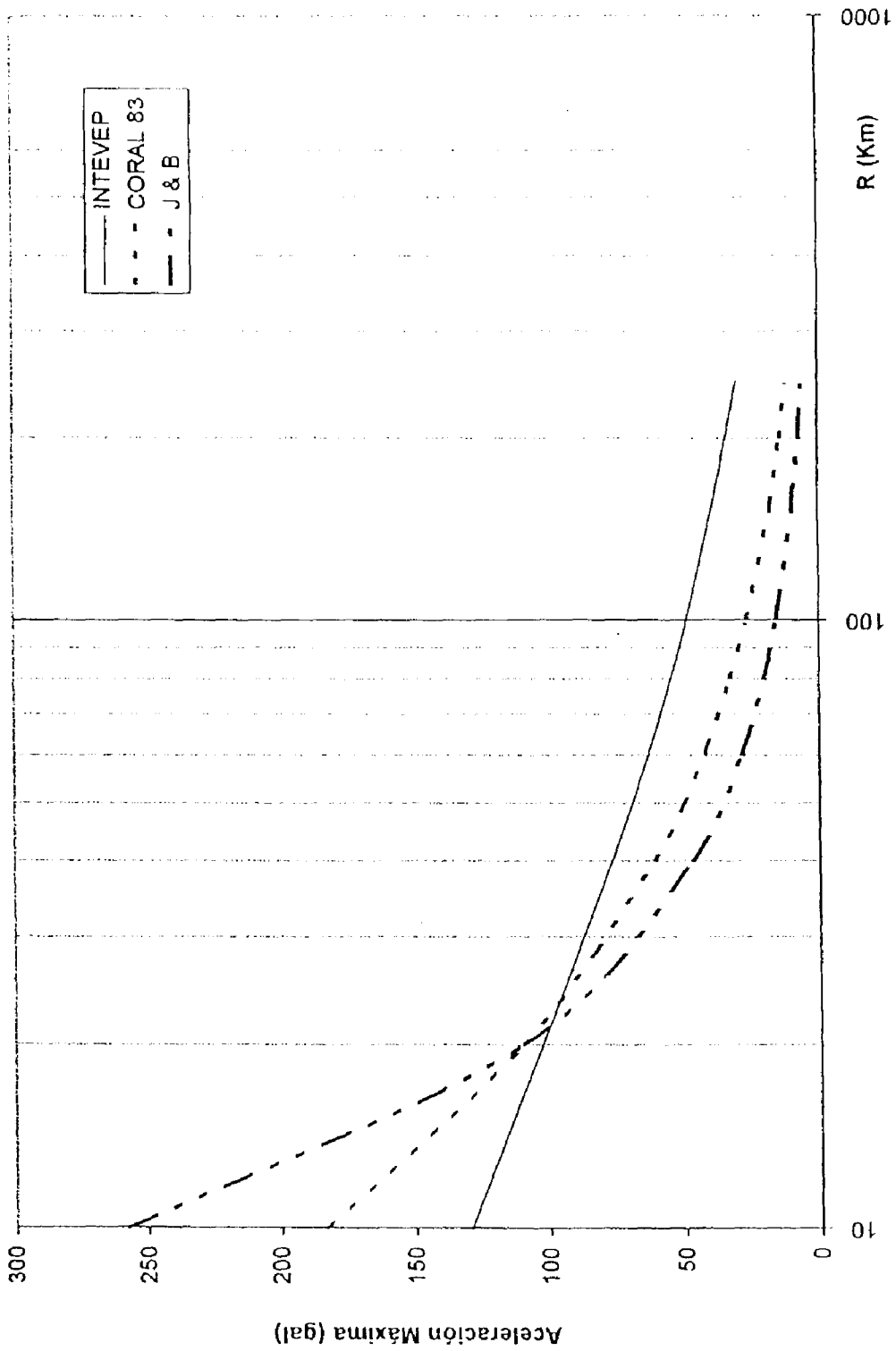


FIGURA 2.5 RELACIONES DE ATENUACION. Ms = 6,0 ; h = 15 km

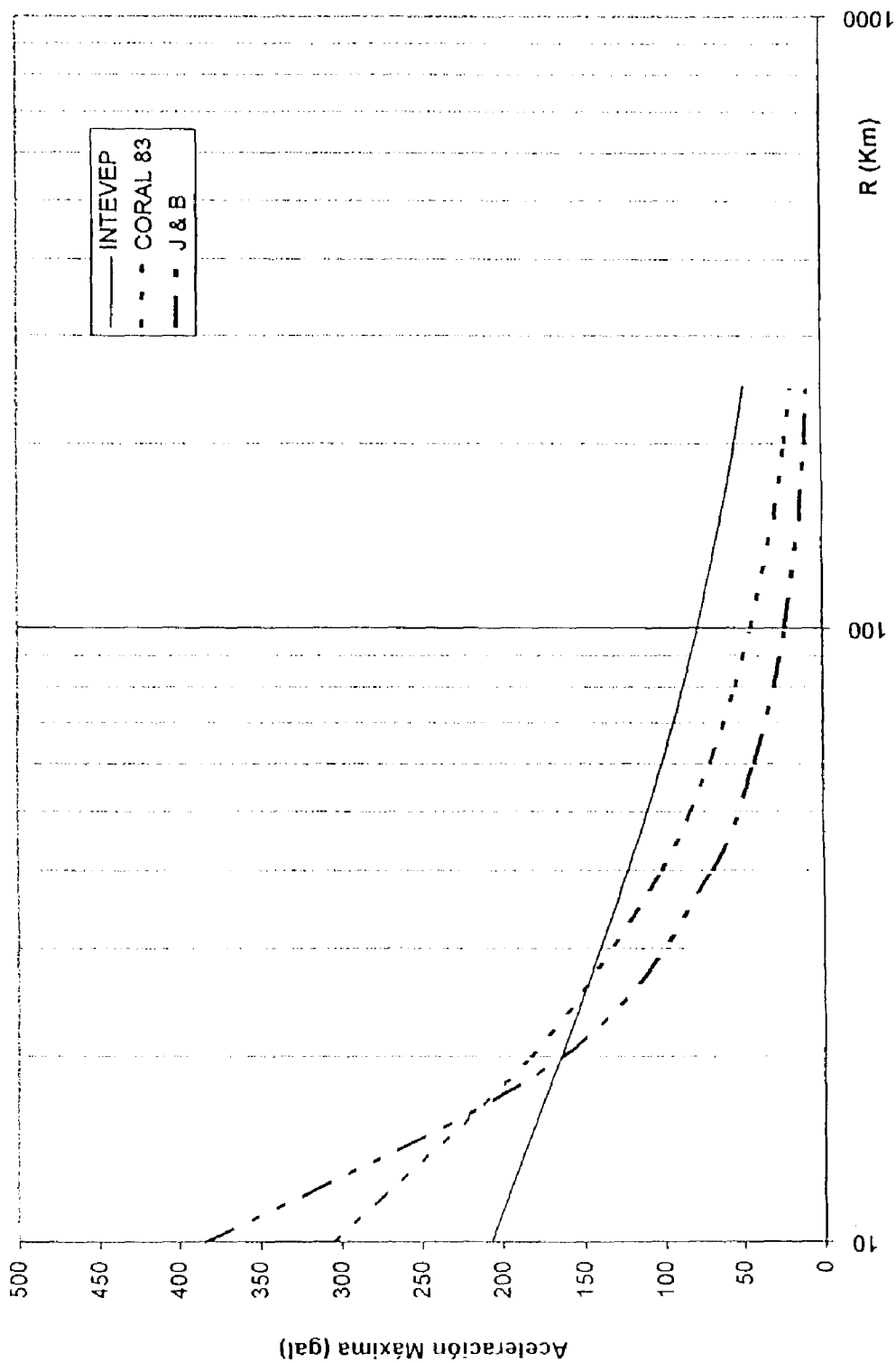


FIGURA 2.6 RELACIONES DE ATENUACION. $M_s = 7,0$; $h = 15$ km

En la Tabla 2.6 se dan las características de los referidos eventos sísmicos, así como los valores de las aceleraciones registradas (Ah^R) y predichas (Ah^P) para las leyes de atenuación de **CORAL 83**, **INTEVEP** y **Joyner & Boore**. Los registros corresponden a las estaciones El Araguañey (113), Estribo Cuevas Presa Las Cuevas (115), Estribo Presa Las Cuevas (116) y Presa Dos Cerritos (102) en el Complejo Hidroeléctrico Uribante-Caparo, Edo Táchira y Galpón INTEVEP (225), Los Teques, Edo. Miranda.

De la observación de los valores de la Tabla 2.6 notamos que parte de las diferencias constatadas entre los valores predichos y los registrados son atribuibles a efectos locales (suelos y topografía); otras son propias de los coeficientes de las relaciones de atenuación. Esta observación refuerza la conveniencia de promediar los resultados arrojados por las tres leyes de atenuación en la evaluación de la amenaza sísmica.

2.6.- EVALUACION DEL PELIGRO SISMICO

2.6.1.- ALGORITMO DE CALCULO

Para el cálculo del peligro sísmico se empleó el modelo sismotectónico descrito en la Sección 2.4 del presente Informe, con la versión 1987 del Programa de Cálculo de Peligro Sísmico de **CORAL 83**. En éste se acumulan las tasas de excedencia de los movimientos del terreno debidos a las diferentes fuentes en el lugar de interés y luego se adopta un modelo de Poisson, sin memoria.

TABLA 2.6

COMPARACION DE ACELERACIONES REGISTRADAS Y PREDICHAS
EN SITIOS DE LA REGION CENTRO-OCCIDENTAL

SISMO/ FECHA	MAG. (Ms)	H (km)	ESTACION		DIST. HIP. (Km)	LEY DE ATENUACION Ah^P (g)		
			No.	Ah^R (g)		CORAL 83	J & B	INTEVEP
TACHIRA 18-10-81	5,4	52	113	0,04	98	0,020	0,013	0,038
			115	0,09	101	0,019	0,012	0,037
TARIBA 04-07-82	5,4	50	116	0,025	59	0,032	0,023	0,049
LA GRITA 15-06-83	4,7	52	113	0,027	68	0,020	0,015	0,033
CAPARO 12-06-84	4,4	38	113	0,02	65	0,017	0,013	0,028
TOCUYO 14-06-84	5,0	38	102	0,109	40	0,037	0,032	0,049
TACATA 18-08-86	4,2	10	225	0,058	11	0,070	0,114	0,055
LOS TEQUES 25-08-86	4,3	10	225	0,048	17	0,054	0,076	0,05

PAHO/WHO INTEROFFICE MEMORANDUM

Date: 23/11/95

[Handwritten signature]
From: Dr. Hernán Málaga, PWR/Venezuela **To:** Dr. J. L. Poncelet, PED/ECUADOR

Our Ref: PWR/VEN/4625/95

Attention: Ing. Vanessa Rosales

Your Ref:

Subject: Evaluación Sismorresistente del Hospital Dr. Enrique Tejera.-

Originator: Ing. Marco Rondón G. *[Handwritten signature]*

Por este medio, anexo a la presente, estamos enviándole dos ejemplares de la "EVALUACION SISMORRESISTENTE DE INSTALACIONES DE LA CIUDAD HOSPITALARIA DR. ENRIQUE TEJERA, VALENCIA, ESTADO CARABOBO, entregados oficialmente el día jueves 23 del presente mes de noviembre de 1995, elaborados por los Ings. José Grases, Alfonso Malaver y Julio Manzanares, según Contrato Por Servicios Nros. 023(MR)95 y 024(MR)95.

Gracias por su atención.

adj.

PAHO/WHO INTEROFFICE MEMORANDUM

Date: 23/11/95

From: Dr. Hernán Málaga, PWR/Venezuela **To:** Dr. J. L. Poncelet, PED/ECUADOR

Our Ref: PWR/VEN/4625/95

Attention: Ing. Vanessa Rosales

Your Ref:

Subject: Evaluación Sismorresistente del
Hospital Dr. Enrique Tejera.-

Originator: Ing. Marco Rondón G.

Por este medio, anexo a la presente, estamos enviándole dos ejemplares de la "EVALUACION SISMORRESISTENTE DE INSTALACIONES DE LA CIUDAD HOSPITALARIA DR. ENRIQUE TEJERA, VALENCIA, ESTADO CARABOBO, entregados oficialmente el día jueves 23 del presente mes de noviembre de 1995, elaborados por los lngs. José Grases, Alfonso Malaver y Julio Manzanares, según Contrato Por Servicios Nros. 023(MR)95 y 024(MR)95.

Gracias por su atención.

adj.

2.6.2.- RESULTADOS DEL PELIGRO SISMICO

En el Anexo A se presentan los resultados del cálculo del peligro sísmico para el sitio de interés, tomando en consideración las 23 fuentes sísmicas indicadas, las relaciones de atenuación anotadas en la Sección 2.5.3 y los 2 modelos sismotectónicos descritos en la Sección 2.4.3, usando al algoritmo descrito en la sección precedente.

2.6.3.- DISTRIBUCION PROBABILISTICA DE ACELERACIONES MAXIMAS EN ROCA

Para la evaluación de la amenaza sísmica en el área donde está ubicada la Ciudad Hospitalaria Dr. Enrique Tejera, se seleccionó el punto de coordenadas: 10,18° N - 68,02° W.

La aceleración máxima horizontal en suelos competentes proviene, por las razones anotadas en las Secciones 2.4.3 y 2.5.1, de promediar los valores obtenidos con: las tres leyes de atenuación utilizadas y los dos modelos considerados.

En las Figuras 2.7 y 2.8 se grafican el período de retorno vs la aceleración del terreno para el sitio de interés, obtenidos con las tres leyes de atenuación y los dos modelos utilizados (véase Anexo A).

En la Tabla 2.7 se presentan los resultados obtenidos de las Figuras 2.7 y 2.8 para una vida útil de 50 años y una probabilidad de excedencia de 10% ($\lambda = 0,0021$) y una vida útil de 50 años y una probabilidad de excedencia de 5% ($\lambda = 0,0010$)

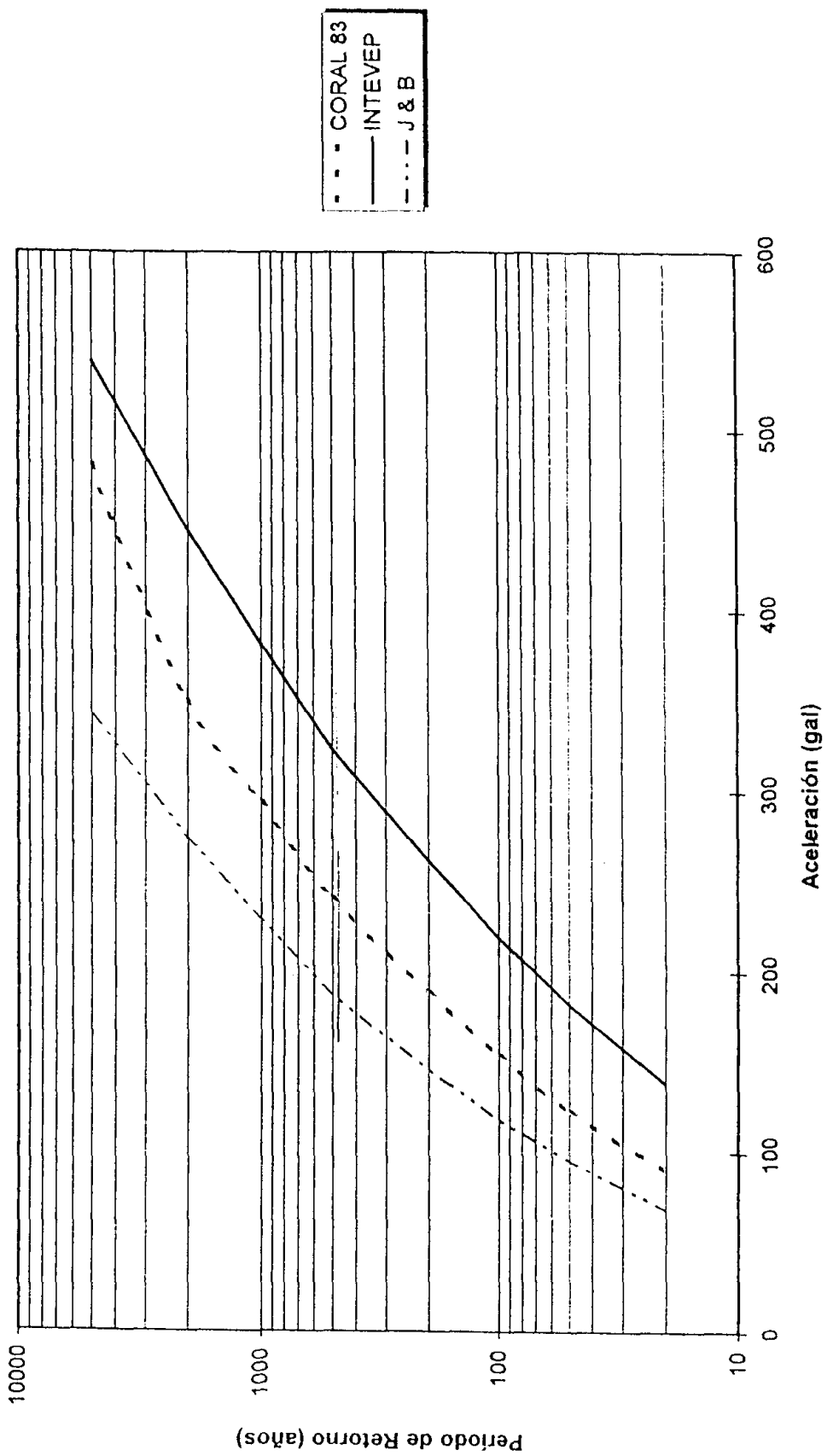


FIGURA 2.7 PERIODO DE RETORNO DE LAS ACELERACIONES MAXIMAS, SEGUN MODELO 1

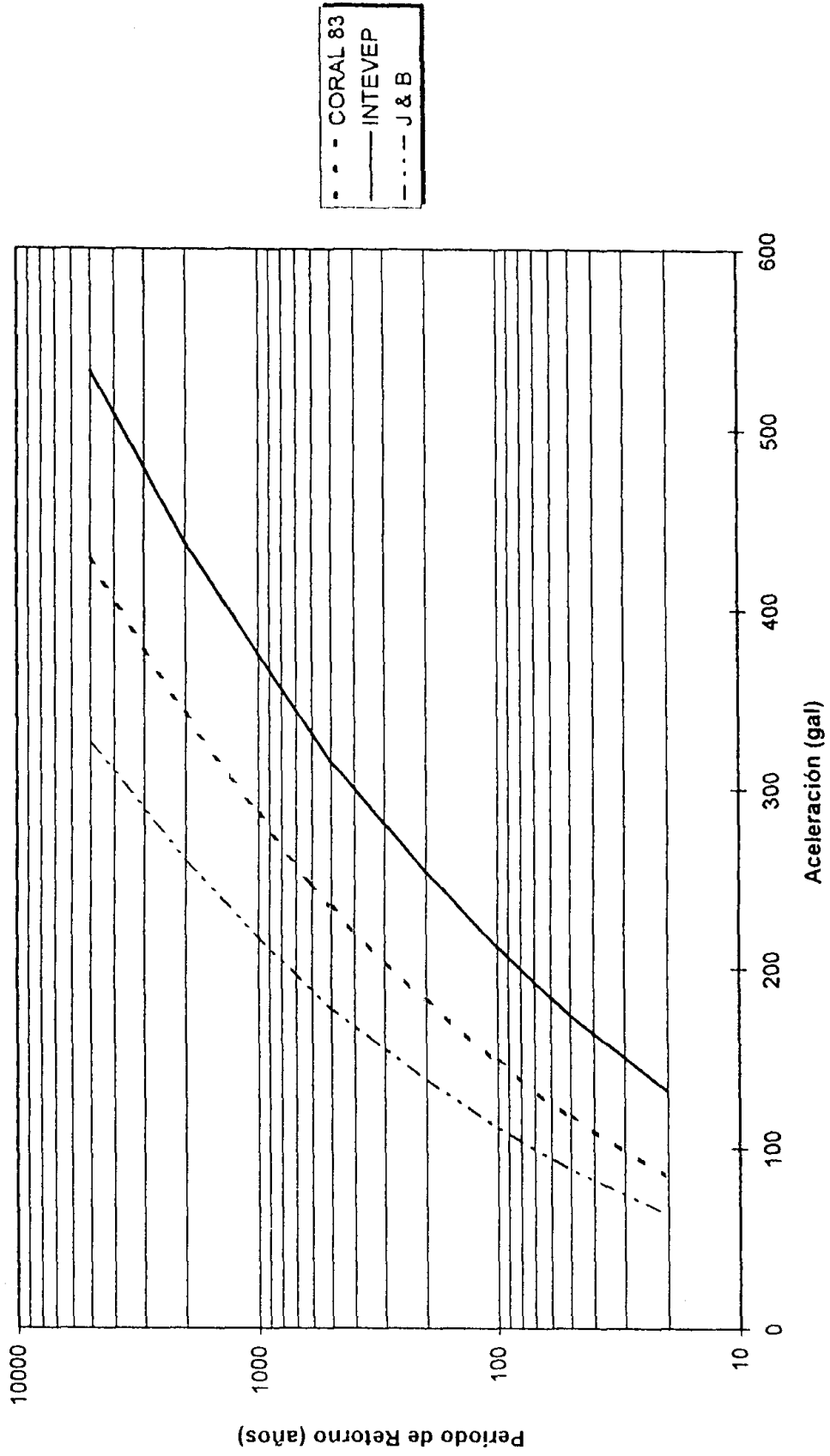


FIGURA 2.8 PERIODO DE RETORNO DE LAS ACELERACIONES MAXIMAS, SEGUN MODELO 2

TABLA 2.7

ACELERACIONES MAXIMAS HORIZONTALES SEGUN LAS TRES LEYES
DE ATENUACION Y LOS DOS MODELOS UTILIZADOS

LEY DE ATENUACION	MODELO 1 (gal)		MODELO 2 (gal)	
	$\lambda = 0,0021$	$\lambda = 0,0010$	$\lambda = 0,0021$	$\lambda = 0,0010$
CORAL 83	243	296	236	288
INTEVEP	323	382	315	375
J & B	187	229	177	217

Al promediar los resultados anteriores, se obtienen los siguientes valores de la aceleración máxima del terreno:

$$\lambda = 0,0021: A_0 = 247 \text{ cm/seg} = 0,25g$$

$$\lambda = 0,0010: A_0 = 298 \text{ cm/seg} = 0,30g$$

Para determinar otros valores de aceleración A_0 , se debe tener en cuenta que el período medio de retorno es igual a la inversa de la tasa de excedencia anual (λ). Por tanto, si se desea determinar la aceleración máxima media del terreno para otra vida útil y otra probabilidad de no excedencia, en primer término se debe determinar el valor de (λ) de la ecuación

$$\lambda = \frac{-\ln(1 - Pe)}{t}$$

Donde.

Pe = Probabilidad de excedencia asignada;

t = Vida útil (años),

λ = Tasa de excedencia anual (1/año).

2.6.4.- SELECCION DEL MOVIMIENTO DE DISEÑO

La selección de los movimientos máximos de diseño es función de la probabilidad de excedencia que se adopte en la vida útil de una edificación.

En el caso de la Ciudad Hospitalaria Dr Enrique Tejera se adoptó una vida útil de 50 años y una probabilidad de excedencia de 5% (véase Capítulo 1), por tanto de acuerdo a los resultados de la Sección 2.6.3 la aceleración máxima horizontal es de 0,30g. Para fines comparativos, en la misma Sección 2.6.3 también se determinó la aceleración máxima horizontal del terreno para una vida útil de 50 años y 10% de probabilidad de excedencia ($\lambda = 0,0021$) resultando igual a 0,25g. Este valor es superior al 0,22g exigido por la norma sísmica COVENIN 1756 bajo las mismas condiciones para la ciudad de Valencia. Esto era de esperarse, ya que, en primer término, este es un estudio puntual a diferencia de los valores dados en la norma que fueron el resultado de un estudio por zona, y en segundo término, el conocimiento de las fallas activas del país ha mejorado notablemente desde 1982 hasta el presente, lo cual ha permitido elaborar mejores modelos sismotectónicos para la evaluación de la amenaza

Al comparar lo establecido en la norma COVENIN 1756-82 para el diseño de un hospital en la ciudad de Valencia, encontramos que por su ubicación, la aceleración máxima horiozntal debe ser igual a 0,22g e incrementarse en un 25% por ser un hospital (Grupo A), por tanto la aceleración máxima resulta igual a:

$$A_o = 0,22g \times 1,25 = 0,275g$$

Este valor es inferior al obtenido en el presente estudio de amenaza, por tanto se adoptará $A_o = 0,30g$ para el análisis y reforzamiento estructural de las instalaciones a ser evaluadas en la Ciudad Hospitalaria Dr. Enrique Tejera.